



جَمْعِيَّةُ الْمُهَنْدِسِينَ الْمَلَائِكَةِ الْمِصْرِيَّةِ

النشرة الثامنة من السنة الرابعة عشرة

١٢١

محاضرة

عن النحر خلف القناطر

لمحاضرة الأستاذ حسين مفتي
أستاذ الري بمدرسة الهندسة الملكية

أُقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية
بتاريخ ١٢ أبريل سنة ١٩٣٤

مطبعة الاعيتما وشارع حسن الأكبر لصاحبها أحمد وداخري

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصفحات من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصفحات للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب
أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود (شينى) ويرسل
رسما .

ESEN-CPS-BK-0000000297-ESE

00426396



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الثامنة من السنة الرابعة عشر

١٢١

محاضرة

النحر خلف القنـاطـر

لحضره الأستاذ حسين عفيفي

أستاذ الري بمدرسة الهندسة الملكية

أُقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ١٢ أبريل سنة ١٩٣٤

مطبعة الاعتماد وريش مع حسن الكبرها جها محمود اخنصري

معالي الرئيس
حضرات السادة

محاضرة اليوم عن النحر خلف القناطر

وسأبحث الموضوع على الترتيب الآتي :-

أولاً . وقاية قاع المجرى خلف الهدار أو القنطرة كما نفذت عملية
بالطبيعة

ثانياً . النحر من الوجهة النظرية والمسافة التي يحصل فيها النحر
خلف أعمال الحجز

ثالثاً . دراسة النحر خلف القناطر والهدارات بواسطة تجارب على
النماذج

رابعاً . وصف التجارب التي عملت بعمل الري بمدرسة الهندسة
الملكية وتنتائجها

(١) وقاية قاع المجرى خلف الهدار أو القنطرة كما نفذت عملياً بالطبيعة

أن مسألة وقاية قاع المجرى خلف أعمال الحجز من المسائل التي شغلت المهندس منذ بدأ في إقامة هذه الأعمال سواء للرى أو توليد القوى المائية أو الملاحة حتى يضمن سلامة المبنى من السقوط أو جوانب المجرى من الانهيار وقد بدأ بعمل هذه الوقاية بطريقة مباشرة بواسطة عمل فرش متين من الخرسانة أو البناء يمتد أسافة ما خلف القنطرة وذلك لأبعاد النحر عن وقعها فإذا ما حصل نحر بقاع المجرى بعد نهاية هذا الفرش ملئ بالأحجار وهكذا سنة بعد أخرى . وهذه الطريقة متبعة في مصر حيث يعمل جس بعد فيضان كل عام خلف القناطر لملء البيارات بالأحجار وفي حالة القناطر الكبيرة المقامة على النيل وضعت كتل خرسانية كبيرة حتى لا تقوى المياه على نقلها ثم يوضع خاف ذلك آلاف من الأمتار المكعبة من الأحجار . وهذه الطريقة فضلاً عن أنها تكلف نفقات باهظة فإنها لا تمنع النحر بقاع المجرى إلا إذا امتدت الوقاية إلى مسافة طويلة جداً خصوصاً في تربة ضعيفة كقاع مجرى النيل .

ولما وجد أن امتداد الفرش لا يفي بالغرض المقصود فكر في وقاية القاع بطريقة غير مباشرة وذلك بتقليل طاقة المياه فوق الفرش حتى تصل القاع المجرى عند نهايته وبذلك تكون قد فقدت معظم طاقتها التي اكتسبتها في السقوط ولهذا الغرض أقيمت عوائق في طريق المياه مكونة من كتل بارزة فوق منسوب الفرش تصطدم معها المياه وتفقد جزءاً من طاقتها وقد استعملت هذه الطريقة عند ترميم قناطر اللاهون القديمة (شكل رقم ١)

ويجدر أن نشير إلى بعض الأبحاث التاريخية الخاصة بالنحر خلف أعمال الحجز إذ يرجع ذلك إلى النصف الأول من القرن الماضي عند مابدىء في الاهتمام بتعديل الأنهار وأراد المهندسون المشتغلون بذلك وضع قواعد لهذا الغرض فأدى بهم البحث للملاحظة سير المياه بالأنهار وقت الفيضان والتحاريق لتنفيذ أعمال التعديل طبقاً لهذه الملاحظات وتوصلوا للقاعدة الأساسية التي تشير بالاحتفاظ على قدر المستطاع بحالة النهر الطبيعية بحيث لا تكون أعمال التعديل سبباً في تغير اتجاه التيار أو سرعة المياه بالمجرى تغيراً فجائياً فيختل التوازن وينشأ عنها بعض الضرر ما لم تعمل لها وقاية كافية بتكاليف كبيرة - وعلى أساس هذه النظرية أراد مينار (Minard) في سنة ١٨٤١ أن يصمم فرش الهدارات فاقترح أن يكون الفرش على شكل النحر المنتظر حصوله خلف موقع الهدار وجمع لهذا الغرض عدة منحنيات للنحر الذي حصل لبعض الأعمال المقامة وقت ذاك إلا أن تكاليف تنفيذ هذا التصميم نظراً لعمق الأساس لم تجعل الفكرة تنفذ تماماً بل نفذت بطريقة جزئية في حالات كثيرة على الطبيعة بأن جعل منسوب الفرش أوطى من منسوب قاع المجرى ثم إعطائه من نهايته الخلفية ميلاً تصاعدياً لغاية منسوب القاع وبذلك يتكون حوض خلف الهدار فيه بعض الشبه من منحنى النحر وانشئت مساقط عديدة بالنجاح في الهند بهذه الطريقة حيث يسمى هذا الحوض بالوسادة المائية (Water Cushion) وتفقده طاقة المياه أو معظمها قبل نهايته فيقبل النحر ووصفها باركر (Parker) في كتابه

(The Control of Water) بما يأتى :

« A large volume of water is thus secured in which the falling water can expend its energy ».

وأعطى القاعدة الآتية لأبعاد هذه الوسادة المائية

$$l = 2 \sqrt{hd}$$

$$\delta = \frac{h+d}{3}$$

« l » عبارة عن طول الوسادة

« h » » ارتفاع الهدار

« δ » » عمق الوسادة عن منسوب القاع

« d » » عمق المياه بالمجرى

كما أن الأستاذ Rehbock الألماني أعطى القانون الآتى لبيان

المكعب اللازم للمياه فوق هذا الحوض لفقد جميع طاقة المياه

$$V = 3.6 Q \sqrt{\frac{h}{g}} \quad \text{to} \quad 7.2 Q \sqrt{\frac{h}{g}}$$

« Q » عبارة عن مقدار تصرف المجرى

« h » » » السقوط

« g » » » العجلة الأرضية

وأخيراً أعطى Shocklitch التماسوى الأبعاد الآتية لهذا الحوض

$$l = 2 d \quad \text{و} \quad \delta = 0.2 d$$

« l » عبارة عن طول الحوض

« d » » عمق المياه بالمجرى

« ٥ » عبارة عن عمق الحوض تحت منسوب القاع
وقد أيدت التجارب فيما بعد صحة هذه النظرية كما سنرى ذلك
وفي سنة ١٩١٧ أعاد المهندس Roth بزورنج احياء فكرة مينار على
اعتبار أن هندسة الأساسات تقدمت وأصبح من السهل بناء الفرش على
منسوب واطئ بتكاليف قليلة نسبياً وجمع لهذا الغرض منحنيات كثيرة
للنحر خلف القناطر والهدارات بسويسرا (شكل رقم ٢)
(٢) النحر من الوجهة النظرية والمسافة التي يحصل فيها خلف

أعمال الحجز

تصل قطاعات الأنهار لحالة التوازن عندما تمر بها مياه التحاريق أو
الفيضان دون أن تؤثر عليها بالنحر أو الرسوب أو بعبارة أخرى عندما تصبح
مقاومة تربة القطاع للنحر معادلة لأكبر طاقة للمياه المازة به وسرعة
هذه المياه كافية لحمل الطمي الوارد معها

فاذا أقنا هداراً أو قنطرة على مجرى تنطبق عليه الشروط المذكورة
بحيث يتواجد فرق توازن بين الأمام والخلف فأن المياه المازة فوق عتب
الهدار أو داخل فتحات القنطرة تكتسب طاقة اضافية تنجر قاع المجرى
خلف العمل مباشرة ويزداد مقدار هذا النحر بزيادة طاقة المياه المكتسبة
في السقوط والعوامل التي تؤثر على ذلك هي :

(١) نوع التربة

(٢) مقدار التصرف

(٣) مقدار السقوط

(٤) الوقت (إلى أن يصل منحني النحر إلى حالة التوازن)

(٥) شكل البناء

ويلاحظ من الشكل (رقم ٣) المبين عليه النحر خلف هدار بدون وقاية للقاع ما يأتي :

(أولاً) يستمر النحر خلف الهدار حتى يصل الى حالة ثابتة على شكل منحني تفقد فيه جميع طاقة المياه (المكتسبة في السقوط) بالاحتكاك (ثانياً) تتكون خلف الهدار تيارات دائرية حول محور أفقي من نوعين . الأولى سطحية وهي التي تفقد بواسطتها طاقة المياه بالاحتكاك والثانية سفلية في اتجاه ضد الأخرى وتنحرف القاع وتحمل معها مواد التربة إلى أن تأخذها المياه في سيرها المعتاد إلا إذا وجدت منطقة هدوء فترسب فيها .

(ثالثاً) نظراً لتكوين التيارات السطحية فان طاقة المياه تقل تدريجياً كلما بعدت عن موقع الهدار حتى تصل على بعد ما إلى طاقة المياه المعتادة في المجرى قبل إقامة الهدار وعند هذه النقطة ينتهي النحر

ويمكن تعيين هذا البعد بدراسة منحني السرعة في قطاعات مختلفة وبمقارنتها بمنحني السرعة في القطاع الطبيعي إذ من المعلوم أن أكبر سرعة في القطاع هي عادة بالقرب من سطح المياه وأقل سرعة عند القاع إلا أن تكوين التيارات المذكورة يغير شكل منحني السرعة في المسافة التي يحصل فيها النحر كما يتضح من شكل (رقم ٤) إذ قيست السرعة في نقاط مختلفة بواسطة أنابيب بيتو Pitot ورسمت منحنيات السرعة في قطاعات على

أبعاد من موقع الهدار ثم رسم خط بين أكبر سرعة للمياه وهذا الخط يكون قريباً من القاع بالقرب من الهدار ثم يرتفع تدريجياً حتى يقرب من سطح المياه عند ما تعود إلى التصرف الطبيعي في المجرى (هذا الرسم مأخوذ من تجارب قام بها المهندس جرونر ولوخر ببال)

ويمكن الوصول إلى معرفة نهاية النحر بتعيين خط طاقة المياه أو الخط الذي يرتفع عن سطح المياه بمقدار $\frac{V^2}{2g}$ والشكل رقم ٥ يبين سير مياه خلف هدار بمق صغبر وسرعة كبيرة لمسافة ما ثم تحدث قفزة مائية (موجة ثابتة) ويبدأ من هنا تكوين التيارات السطحية التي تفقد بواسطتها طاقة المياه وبمقارنة ذلك بشكل رقم ٦ نجد فرقاً ظاهراً في طول المسافة التي تعود فيها المياه لسيرها الطبيعي لأنه في الحالة الأولى لا يبدأ الفقد المحسوس إلا بعد تكوين الموجة الثابتة

ومما تقدم يتضح أن النحر يحصل في المسافة بين موقع الهدار والنقطة التي تعود عندها المياه إلى سيرها الطبيعي سواء في طاقتها أو في شكل منحنى السرعة بها وهي المسافة التي تحتاج لوقاية قاع المجرى فيها لسلامة المبنى والجوانب

(٣) دراسة النحر خلف القناطر والهدارات بواسطة تجارب على

التماذج

مما لا شك فيه أن ملاحظة الطبيعة ومجاراتها هو خير مرشد للمهندس في تصميماته خصوصاً ما يتعلق بالمياه وحركتها وتأثيرها على قطاع المجرى.

وقد أصبحت هذه الملاحظة سهلة وميسورة على النماذج بتكاليف بسيطة خصوصاً في الحالات التي تحتاج إلى تغييرات كثيرة في التصميمات للوصول إلى الحل المناسب حيث يصعب أو يستحيل عمل ذلك على الطبيعة وأهم ما تحسن الإشارة إليه في حالة استعمال النماذج هو أن يكون التشابه تاماً بين النموذج والطبيعة سواء في الشكل أو في حركة المياه بحيث لا يقل مقياس النموذج إلى درجة تصبح فيها حركة المياه لامينارية فيكون النموذج عديم الفائدة

وبما أن الفقد في المنسوب « Loss of Head » في حالة حركة المياه التربولاندية (حركة المياه المعتادة في الرع والأنهار) يتناسب مع خشونة القطاع المغمور فأذا طبقنا قانون التشابه بالضبط كان من الضروري تقليل خشونة النموذج بنسبة مقياسه وبما أن ذلك لا يتيسر عملياً فإنه في حالة الأنهار وتأثير المياه على قطاعها تكون نتائج التجارب نسبية فقط ولأجزاء قصيرة حتى لا يكون فقد الاحتكاك كبيراً

وتنقسم التجارب المائية إلى قسمين : —

الأول — تجارب هيدروليكية بحتة وهي خاصة بتأثير الأعمال الصناعية على المياه باعتبار أن القاع والجوانب ثابتة وهذا النوع من التجارب لا تعترضه صعوبات كثيرة ويمكن الاعتماد على نتائج التجارب العددية إذ تتفق مع الطبيعة ما دام مقياس النموذج خاضعاً لقانون التشابه وتبحث هذه التجارب في الأعمال الآتية :

(١) معرفة تصرفات الهدارات والقناطر بمناسيب وحالات مختلفة (تعبير).

(ب) معرفة الفقد في منسوب المياه بمرورها في القناطر والبوابخ
والسحارات . . . الخ

(ج) أشكال الهدارات والقناطر وباقي الأعمال الصناعية وتأثيرها
على معامل التصرف

والثاني — يبحث في تأثير المياه على القاع والجوانب وينقسم إلى
قسمين أحدهما خاص بتعديل الأنهار والطمي والآخر خاص بالنحر وهو
موضوع بحثنا

بدى العمل بصفة جدية في بحث النحر بمعامل أوروبا في سنة ١٩١٥
حيث توصل هوف باور في معمل جراتز الى تقليل النحر بنسبة محسوسة
بواسطة فرش خشبي مكون من كمرات في اتجاه المجرى مربوطة بأخرى
عرضية وهذا الفرش يتحرك حول محور مثبت بين البغال في نهاية الفرش
البنائي وجرب فعلا هذا الفرش الخشبي في عدة أعمال على الطبيعة بنتيجة
مرضية .

وفي سنة ١٩١٨ قام جرونر ولونخر المهندسان السويسريان بعمل تجارب
على النحر خلف القناطر ومن ضمنها التحقق من فائدة الفرش المذكور
وصلاحيته في تقليل النحر . والرسومات التي على الرسم رقم ٧ تبين نتيجة
التجارب المذكورة وقد نفذ الفرش الخشبي المشار اليه في بعض الحالات
مثبتا على خوازيق خشبية لتلافي حركته حول المحور الذي لم يكن من
السهل صيانتها

وحوالى ذلك الوقت رأت لجنة تعديل نهر الألبا تطبيق النماذج على

تصميم الهدارات قبل تنفيذها بأمل الحصول على شكل للهدار وفرشه لوقاية قاع المجرى من النحر على قدر المستطاع ونتيجة تجارب اللجنة مبينة بالرسم رقم ٨ ومبين أيضاً رسم الهدار كما تنفذ بالطبيعة

وفي سنة ١٩٢٦ أعاد الأستاذ لودين بعمل برلين تحقيق هذه النتيجة وخلاصتها توطئة منسوب الفرش عن قاع المجرى وإقامة عتب في نهايته سطحه بمنسوب القاع وقد طبق الأستاذ لودين هذا التصميم على أعمال Shannon بأرلندا عند ما عهد اليه عمل تجارب عليها في سنة ١٩٢٨

وفي سنة ١٩١٧ طبق الأستاذ Rehbock هذا التصميم عند ما عهد اليه عمل تجارب لأقامة نفق تحت مجرى السيل بزوربخ يحتاج لرفع منسوب القاع بمقدار ٦٢ و٥٠ متراً بتعديل نهايته الخلفية بميل تصاعدي بين الفرش وقاع المجرى حتى لا ترسب المواد التي تحملها المياه كالطمي والرمل والزلط . . . الخ إذ كان ذلك شرطاً أساسياً مع ضرورة الأقتصاد التام في الطول (شكل رقم ٩)

وفي نفس السنة المذكورة أتم الأستاذ Rehbock بحثه في التيارات الذي بدأه في سنة ١٩١٠ ويعتبر هذا البحث من المراجع القيمة التي يعتمد عليها معظم المشتغلين في موضوع النحر في معالم أوروبا

واستمر الأستاذ المذكور بعد ذلك في تجاربه على النحر خلف القناطر والهدارات للوصول إلى أرخص طريقة لوقاية قاع المجرى من النحر الذي يحصل بعد الفرش مباشرة وكانت نتيجة تجاربه أنه إذا وضع عتب مسنن في نهاية الفرش الأصم يقل النحر بمقدار ٦٠ إلى ٧٥ في المائة من قيمته عند

عدم وجود العتب وقد قرر جرونر أن العتب المعتاد في نهاية الفرش يقلل النحر بمقدار ٥٠ في المائة (شكل ١٠ ١١ ٦ ١٢)

وتأثير العتب بصفة عامة سواء كان عادياً أو مسنناً يمكن تلخيصه بما يأتي : —

يعترض العتب المياه المارة بسرعة كبيرة فوق الفرش فيقللها ويحول اتجاه سيرها لجهة السطح وبذلك يساعد على انتظام منحني السرعة كما في المجرى الطبيعي بالقرب من موقع العتب . فضلاً عن ذلك فإن التيارات السفلية التي تتكون خلف العتب تحمل معها مواد القاع إلى جهة العتب فلا تجد تيارات مباشرة لحملها مع سير المياه (كما هو الحال في نهاية الفرش المعتاد) فترسب على شكل منحني يبدأ عند العتب

وكما زادت قوة التيارات السفلية المتكونة خلف العتب كلما زاد النحر خلفه وهنا تظهر فائدة العتب المسنن حيث أن المياه المارة من فتحاته تضعف قوة التيارات السفلية فتقلل النحر

والفائدة الثانية للعتب المسنن هي مرور الطمي دائماً من فتحاته وعدم رسوبه أمامه كما يحتمل حصوله أمام العتب المعتاد فيقلل من تأثيره خصوصاً في التصرفات الصغيرة إذ أن كل عقبة في طريق المياه تساعد على رسب الطمي ولذلك رأينا في تجارب Rehbock كيف أعطى لنهاية الفرش ميلاً تصاعدياً للمساعدة على عدم رسوب الطمي عند ما جعل فرش الهدار اوطى من منسوب قاع المجرى

وهذا التعليل كما أيدته التجارب يدعو الى تفضيل العتب المسنن على

العقب المعتاد إذا سمحت الظروف باستعماله
وقد أيدت التجارب التي قام بها الدكتور حسن زكي بقناطر الدلتا
فائدة إقامة العقب المعتاد في نهاية الفرش في تقليل النحر بقاع المجرى .
ونشر جناب المستر اتكنسون والمستر بوتشر نتيجة هذه التجارب في جمعية
المهندسين الانجليزية في سنة ١٩٣٢ كما أن حضرة صاحب العزة حسين
سرى بك أشار إليها في الجزء الثاني من كتابه « علم الري »
(٤) التجارب التي عملت بمعمل أبحاث الري بمدرسة الهندسة

الملكية وتناجها

منذ ان عهد الى بتدريس تصميم أعمال الري بمدرسة الهندسة الملكية
واجهت صعوبة تصميم فرش القناطر المصرية لوقاية قاع المجرى من النحر
ولم يكن من السهل إعطاء رأى صريح من هذا القبيل اذ أن القناطر الهامة
التي أنشئت في السنين الأخيرة نفذت بنفس النظام القديم بامتداد الفرش
لمسافات طويلة مع استعمال الكتل الخرسانية والتكسية على الناشف . . . الخ
مما هو معلوم للجميع ومن هذه الاعمال قناطر كفريولين وقناطر نجع
حمادى وقد نشر عن كليهما وصف مطول بمجلدات جمعية المهندسين
الانجليزية وتقارير وزارة الأشغال

هذا عدا القناطر الأخرى الأقل أهمية من السابقة التي أنشئت في
المشروعات الجديدة كقناطر الراهبين وغيرها ولذلك لم يكن من السهل
تطبيق المعلومات التي ذكرت في مبدأ المحاضرة على التصميمات التي يقدمها
الطلبة في مشروعاتهم مكتفياً بالاستدلال على ماتم بالخارج ومن الوجهة النظرية

و بمجرد إتمام معمل الرى بمدرسة الهندسة بادرت بعمل سلسلة تجارب لمقارنة تصميمات مختلفة لفرش القناطر المصرية على أمل الوصول إلى أنسب شكل وأقصر طول بحيث يكون النحر الذى يحصل بقاع المجرى خلفه أقل مما هو فى التصميمات الحالية وبذلك يكون التحسين مزدوجاً أى وفر فى التكاليف مع وقاية أتم للقاع



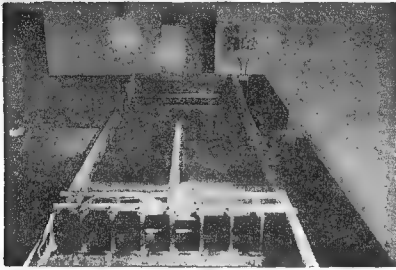
شكل نمرة (١٣) — مجرى التجارب بمعمل الرى

ولهذا الغرض انتخبت قناطر نجع حمادى للتجارب عليها على اعتبار أنها آخر قنطرة أقيمت على النيل وأدخل فى تصميمها عدة تحسينات لتلافى العيوب التى ظهرت فى القناطر السابقة لها ومن ضمن هذه التحسينات امتداد الفرش من بادىء الأمر وقت الانشاء حتى لا تدعو الحال كما حصل سابقاً لامتداده بعد التنفيذ ومع ذلك فتعاب النحر خلف قناطر نجع حمادى تشغل وزارة الأشغال كباقي القناطر الأخرى

وبما أن تصميم فرش القناطر المقامة على تربة رملية ضعيفة كقاع النيل يتأثر بماملين

الأول: (التسرب تحت الفرش)

والثاني: النحر بقاع المجرى خلف نهاية الفرش



شكل قنطرة (١٤) - مجرى التجارب خلف النموذج

ولما كان طول الفرش اللازم لينى بالشرط الأول يصمم طبقاً لنظرية Bligh باعتبار أن الانحدار الهيدروليكي للمياه المتسربة تحت الفرش هو ١ إلى ١٨ في تربة قاع النيل بمعنى أن طول الفرش الأصم للقنطرة يكون ١٨ في أكبر فرق للتوازن المطلوب من القنطرة حجهز وعلى هذا الأساس عمل الفرش الأصم لقناطر نجع حمادى وبما أنه لم تعمل بعد تجارب لمخالفة هذه القاعدة أو تعديلها ولم تظهر عيوب للأعمال التى صممت على أساسها لذلك اعتبرت أن أقصر طول تجرى التجارب عليه هو طول الفرش الأصم للقناطر كما نفذت حتى نكون قد وفينا شرط التسرب لوقاية فرش القنطرة .

وطول هذا الفرش هو ٥٨ متراً منها ٣٠ متراً تمتد خلف نهاية البغال
فاعتبرت في جميع التجارب أن أقصر طول للفرش هو ٣٥ متراً خلف نهاية
البغال أى زيادة خمسة أمتار عن التصميم
ومن تقرير حضرة صاحب العزة نجيب ابراهيم بك نستمد البيانات
الآتية :—

أكبر حجز على القنطرة هو ٤٥٠ متراً في مدة التحريق و ٤٠٠ متراً
وقت الفيضان الواطى عند ما يكون منسوب النيل خلف القناطر ٦٣٠
ومنسوب الأمام لأتمام الرى ٦٧٠

وتصرف مثل هذا الفيضان ٣٨٠٠ متراً مكعباً في الثانية
منسوب فرش العشر فتحات المجاورة للهويس ٥٨٠
» » » » التى تليها ٥٩٠
» » باقى الفتحات وعددها ٨٠ فتحة ٦٠٠

فاكبر طافة للمياه المارة بالقنطرة تكون وقت فيضان منخفض
حيث يكون مقدار التصرف مضروباً في السقوط نهاية عظمى وبما أن
العوامل الأخرى ثابتة لذلك انتخبت هذه المناسيب والتصرفات لتكون
ثابتة في جميع التجارب لمقارنة الحالات المختلفة بعضها يعض كما هو المقصود
من هذه التجارب

عملت التجارب على نموذجين الأول يمثل الفتحات ذات منسوب
٥٨٠ والثانى يمثل الفتحات ذات منسوب ٦٠٠ على اعتبار أن الفتحات
التي منسوب ٥٩٠ تأتى بين الحالتين

مقياس النموذج ١ : ٤٠ من الطبيعة ومكون من ثمانية فتحات والرمل الذى استعمل بقاع مجرى التجارب لتمثيل قاع النهر عبارة عن رمل ناعم يمر فى منخل ٢٥ فى البوصة ويحجز معظمه فى منخل ٥٠ فى البوصة وقد اتبعت الطريقة الآتية فى جميع التجارب وهى تسوية الرمل بقاع مجرى التجارب خلف الفرش ثم ملء المجرى بالمياه ببطء وترك الرمل مغموراً لليوم التالى وعند بدأ التجربة يزداد التصرف تدريجياً مع تخفيض منسوب الخلف حتى نصل للمناسيب والتصرف حسب البيانات السابقة وبذلك نتلافى إزالة بعض ارمال عند بدأ التصرف بعمق قليل إذا بدأت التجربة والمجرى جاف (نظراً لنعومة الرمل)

وقد فرضنا أن التصرف موزع بانتظام على جميع فتحات القنطرة ويعبر بين البوابة السفلى والعليا وعليه يكون التصرف المار فى ثمان فتحات هو

$$30.4 \text{ م}^3 = \frac{8 \times 3800}{100}$$

فى الثانية على الطبيعة وهذا يعادل ٣٠ لترًا فى

الثانية على النموذج

النموذج الأول : منسوب فرش الفتحات ٥٨٥ سم ويعد الفرش أفقياً

وقد فرضنا أن منسوب قاع المجرى فى موقع القنطرة بمنسوب الفرش عملت التجارب الابتدائية بطول الفرش الكامل كما تنفذ بالطبيعة أى بامتداد ٦٠ متراً خلف نهاية البغال واستمر التصرف حتى بدأت آثار النحر تظهر بالقاع وكان ذلك بعد مرور ٦٠ دقيقة من بدء التجربة (النحر حوالى ٣ ملليمتر على النموذج) فاعتبر هذا الوقت أساساً للمقارنة فى جميع التجارب (لوحة رقم ١)

ثم غير طول الفرش وجعل ٣٥ متراً خلف نهاية البغال (وهو الحد الأدنى الذى انتخب لطول الفرش فى التجارب) وجربت أشكال مختلفة للفرش بهذا الطول واستعمل نوعان من العتب أحدهما معتاد والآخر مسنن بتعديل لعتب الأستاذ Rehbock حتى تكون قوته فى المقاومة أكثر وقد استعمل هذا التعديل بعمل حكومة بروسيا ببرلين وقت ما كنت أعمل به سنة ١٩٢٧ - ١٩٢٨ وجرب فى عدة أعمال على الطبيعة

وقد وجد أنه لو قسم النموذج إلى قسمين بواسطة حائط فاصل يمتد لمسافة طويلة بحيث يكون كل قسم مكوناً من أربع فتحات فإن المقارنة بين كل حالتين تصبح أدق لخضوع القسمين لنفس الظروف سواء فى مناسيب المياه أو الوقت أو طريقة تسوية الرمال .. الخ من العوامل التى تؤثر على النحر بالنموذج (لوحة رقم ٢)

وبالاطلاع على اللوحة رقم ٣ التى تبين المقارنة للنحر خلف عدة أشكال للفرش بطول واحد منها ثلاثة بها عتب فى نهايته يتضح : —

الفرش الحوضى الذى منسوب ٥٧٠ أو ١٥٥ متر تحت منسوب القاع كان كافياً لأن تتلاشى معظم طاقة المياه عليه حتى أن ما تبقى منها لم يتمكن من نحر القاع فى وقت التجربة وكذلك الفرش الذى بهايته العتب المسنن فقد كان وإيقاً للقاع حيث أفاد فى تحويل سرعة المياه المارة فوق الفرش إلى السطح وعدل منحى السرعة لانتظام التصرف

أما الفرش المستقيم والذى بهايته عتب معتاد فقد حصل خلف كل منها نحر لا يمكن الاعتماد على قيمته المددية ولكن يلاحظ أنه كان هناك

تيارات سفلية تمكنت من نحر القاع بمقدار أكثر من السابق وصفه ولاختيار الفرش المناسب للتصميم انتخب الفرش الحوضي والفرش المستقيم الذي بنهايته عتب مسنن باعتبار أنهما أنسب الأشكال وقورن بينهما في تجربة مستقلة استمر التصرف فيها طويلا وبعد مرور ثلاث ساعات بدأت آثار النحر تظهر خلف الفرش الحوضي وبعد خمس ساعات من بدء التجربة كانت النتيجة كما هو مبين باللوحة رقم ٤

وكان بالإمكان إضافة عتب مسنن بنهاية الفرش الحوضي في الجزء الذي ينسوب القاع إلا أن المقصود من التجارب هو انتخاب أرخص فرش يؤدي إلى نتيجة مرضية لذلك أكتفى بما تقدم

ويستخلص أنه بمقارنة الفرش الذي بطول ٦٠ مترا بعد نهاية البغال مع الفرش الذي طوله ٣٥ مترا وبنايته العتب المسنن نجد أن الأول ظهرت خلفه آثار النحر بعد ساعة واحدة والثاني لم تظهر خلفه آثار للنحر بعد مرور خمس ساعات لتصرف مستمر . لذلك يمكن انتخابه دون أى حاجة لكتل خرسانية أو أحجار أو خلافة كما في التصميم الأصلي واقتصاد النفقات اللازمة لذلك

النموذج الثانى : منسوب فرش الفتحات ٥ و ٦٠ وينحدر فى مسافة ٣٠ مترا حتى يصل إلى منسوب ٥ و ٥٨ ثم يستمر أفقياً لباقي الطول الكلى ومقداره ٦٠ مترا خلف نهاية البغال

من الاطلاع على اللوحة رقم ٦ يلاحظ ما يأتى : —
النحر خلف الفرش الحوضي يكاد يكون مساويا للنحر خلف الفرش

الطويل إلا أن المهم في هذه اللوحة هو مقارنة النحر خلف ثلاثة أشكال من الفرش بطول واحد حيث نجد أن مقدار النحر خلف الفرش المائل ١٠٠ ملليمتر وبتعديل شكله ليكون طول الجزء الأفقى منه ٢٩ مترا يقل النحر بمقدار ٧٢ في المائة مما كان عليه (إذ يصبح ٨ ملليمترا فقط) وبتعديل ذلك أيضاً بتوطية منسوبه بمقدار ١٥ متراً تحت منسوب القاع يقل النحر بمقدار ٤٦ في المائة عن سابقها (إذ يصبح النحر ١٥ ملليمترا) وبملاحظة سير المياه وقت التجربة على اشكال الفرش السابق ذكرها يلاحظ تسكوين قفزة مائية (موجة ثابتة) على الفرش المائل بعد نهاية البغال بحوالى ٨ أمتار وهذا مما يساعد على نقل طاقة المياه الى مسافة طويلة اذ لا يبدأ الفقد الا بعد موقع الموجة الثابتة وهذا من العوامل التى زادت في مقدار النحر في نهاية الفرش المائل .

أما في حالة الفرش الحوضى والفرش الافقى الذى بمنسوب القاع فقد تكونت الموجة الثابتة قبل نهاية البغال الخلفية وبذلك تلاشى جزء كبير من طاقة المياه على الفرش وهذا هو السبب فى أن مقدار النحر قل فى هاتين الحالتين .

كما أنه لوحظ فى حالة الفرش المائل القصير زيادة النحر على الجانبين وتكوين جزيرة أعلى من منسوب القاع بينهما وامتداده على الفرش لمسافة ١٠ أمتار وهذا لعدم انتظام التصرف وتكوين تيارات عرضية وتيارات راجعة لوحظت بوضوح أثناء التجربة .

ومن ذلك يتضح جليا كيف يؤثر شكل الفرش على مقدار النحر

بقاع الجرى بهذه النسبة الكبيرة وأعتقد أن هذه النتيجة في غاية الأهمية ويجب ملاحظتها عند تصميم فرش القناطر .

ومن الأطلاع على اللوحة رقم ٧ يلاحظ أنه بوضع عتب مسنن في نهاية الفرش المائل يقل النحر بمقدار ٦٤ في المائة مما كان عليه وبوضع نفس هذا العتب في نهاية الفرش الأفقى الذى بمنسوب القاع نجد أن النحر أصبح ثلاثة ملليمترات فقط بعد وقت التجربة (المعتبر اساسا للمقارنة) . وبمقارنة الأشكال الموجودة على اللوحة رقم ٧ يتضح أن أنسبها وأقلها في تكاليف الأنشاء هو بلاشك الفرش الافقى الذى بنهايته العتب المسنن . أما بخصوص طول الفرش وطريقة بنائه فأن الطول اللازم في حالة تربة قاع النيل لايفاء شرط التسرب يكفى بحالة مرضية لتقليل مقدار النحر الى الحد الأدنى اذا اتبع في طريقة تصميمه القواعد السابقة ويكون بناؤه بالخرسانة المغطاة بأحجار الجرانيت بدون استعمال كتل خرسانية أو احجار على الناشف اذ دلت التجارب على الطبيعة على أن هذه الكتل أو الاحجار لا تبقى في موضعها بعد انشائها ويكفى أن يتغير موضع كتلة واحدة سواء بفعل المياه المباشر أو بأزالة الرمال من تحتها حتى يتغير وضع باقى الاحجار المجاورة ويصبح في حالة غير ثابتة وربما كان ذلك سببا في زيادة النحر بقاع الجرى

وعلى هذا الاعتبار يكون التصميم الذى اقترحه لقنطرة مشابه لقنطرة نجع حمادى حسب المبين على الرسم رقم ٨ ومعه التصميم الأسمى للمقارنة اذ أنه فضلا عن الأقتصاد في نفقات الفرش يجعل طوله ٦٠ مترا بدلا من

١٠٦ وذلك بالاستغناء عن جميع الكتل الخرسانية والأحجار البالغ تكاليفها حوالى ١٧٧٠٠٠ جنيها مصريا فى قنطرة نجع حمادى فأن التجارب أظهرت أن النحر خلف الفرش القصير المقترح أقل من مقدار النحر خلف الفرش الاصلى الذى نفذ بالطبيعة لوحة رقم ٩

وبالرغم مما عمل للآن من الأبحاث الخاصة بوقاية قاع المجرى من النحر سواء على الطبيعة أو على النماذج فى المعامل المختلفة فأن المجال ما زال متسعا للوصول الى اقتصاد أتم فى نفقات انشاء كل عمل جديد وتقليل النحر إلى درجة تجعل أعمال الصيانة بتكاليف قليلة ويصبح العمل فى حالة أمان تامة من هذه الوجهة . ومع استمرار العمل فى معامل التجارب ومقارنة ذلك بالطبيعة فأن هذا اليوم ليس بعيد

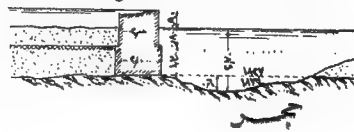
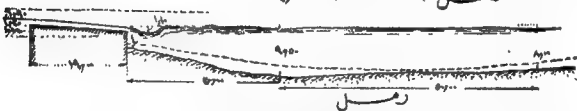
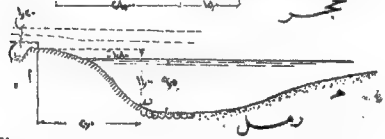
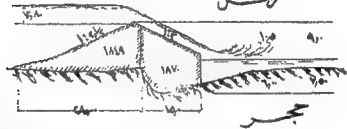
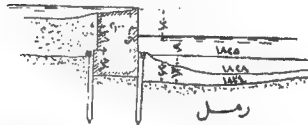


شكل ١

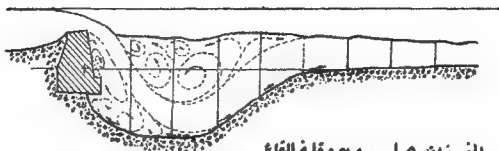
امتداد فرش قناطر اللاهون القديمة بواسطة بناء كتل
خرسانية وعمل كتل بارزة

منحنيات للنهر خلف القناطر والهدارات

جمعها المهندس Roth طبقا لاقتراح Minard

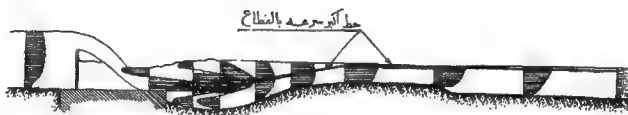


شكل رقم ٢



الخرائط هدار بدون وقاية لافاع

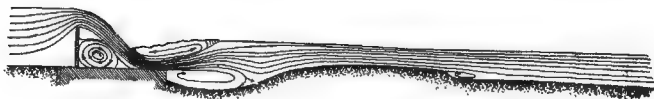
شكل نمرة ٣



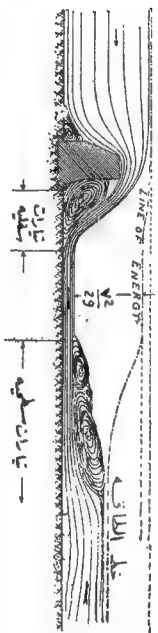
خط التوسعة بالنطاق

محيات السرعة خلف هدار

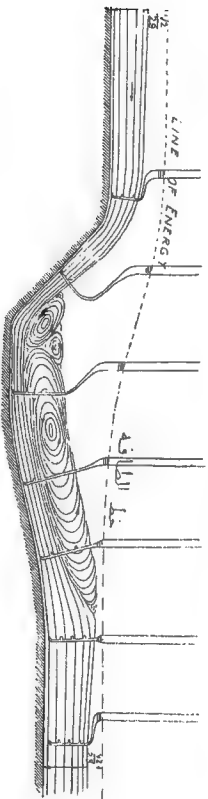
شكل نمرة ٤



شكل نمرة ١٤

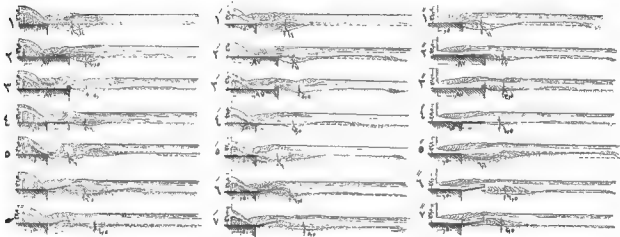


شكل خمسة ٥



شكل خمسة ٦

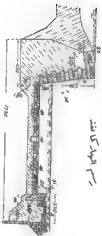
نتائج تجارب جرونز ولرخر لمقارنة المرميخ المجرى خلف أعمال الوقاية المختلفة



مشر قصير ٢ فرش طويل ٣ عتبة مزودة بالفرش ٤ فرش مشبكي ثابت ٥ كنز خرسانيه ٦ فرش متحرك مصمت ٧ فرش متحرك مقلو

شكل نمرة ٧

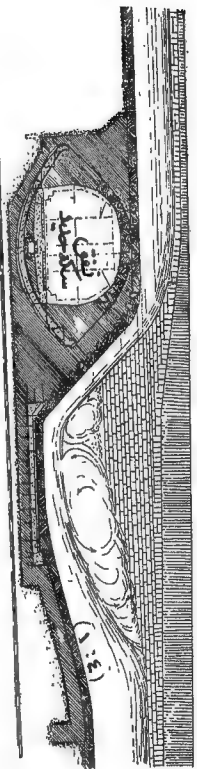
رسم جویبار کا ملوث



تجربہ علی خان خانقاہ قندہار پر لیا گیا ہے۔ یہ تجربہ امریکا کی سرکاری
محلہ بالخصوص سربراہان کے تجربہ سے ملتا ہے
پھر اس کے مطابق کرنا چاہیے

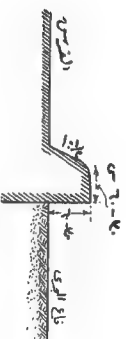


مشکل رقم ۸



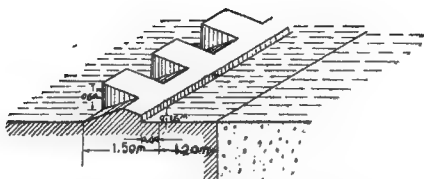
هذا السيل بارتفاع طبقات التناضح بجانب الإنسان
 ارتفاع المدار = ١٢٠ سم متر
 عمق البئر = ٨٠ سم متر
 REHBOCK

شكل ١



البيوت المصنوعة من الطين والطين

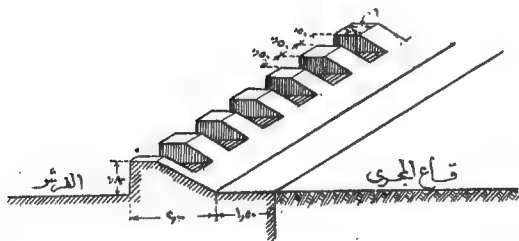
شكل ١٠



العقب السفن كما نفذ الأستاذ REHBOCK

بقنطرة SCHWORSTADT

شكل نمرة ١١



العقب الذي عملت عليه التجارب بمدرسة الهندسة الملكية

شكل نمرة ١٢

MODEL EXPERIMENTS ON SCOUR, D.S. BARRAGES
SIMILAR TO NAB HAMADI ON THE NILE

لوحة رقم 11

PLATE I

PLAN I Scale 1:400

بحري البخارب وفيه نموذج القنطرة

مقياس الرسم : ١ : ٥٠

Up Stream Side

Straight Floor

edge of first floor

edge of second floor

Seed Ju

Seed

—3.5—

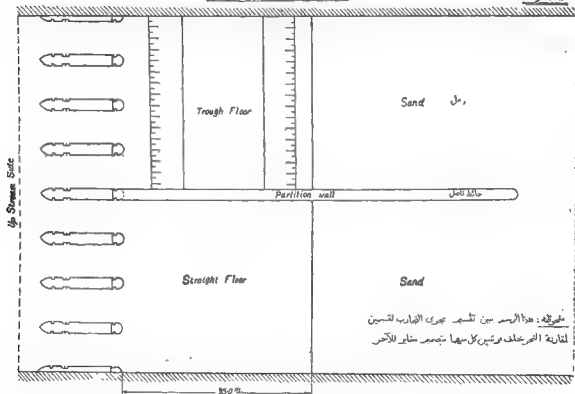
62-8-2

MODEL EXPERIMENTS ON SCDUR, D.S. BARRAGES SIMILAR TO NAG HAMADI ON THE NILE

PLATE II

PLAN II Scale 1:400

لوحة رقم ٢

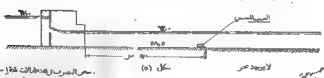
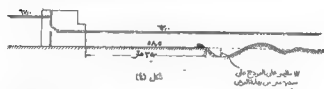
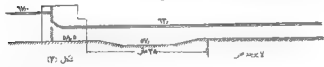
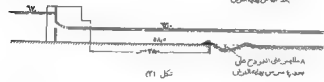
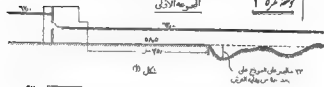


نماذج من المارح للمرحلة القضاة التي

تقام بحري النيل كقناطر مع حادي

الصورة الأولى

لوحة ٣



من الصرف في هذه الحالات

شكل (٢٥)

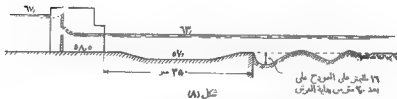
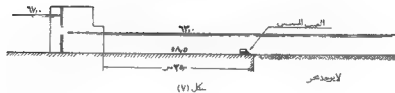
لا يوجد بحر

مستوى

الوحدة ث

تجارب على المداخل للفرش خلف التناظر
التى تقام بحرى السبل لتناظر جميع حادى

المجموعة الثانية

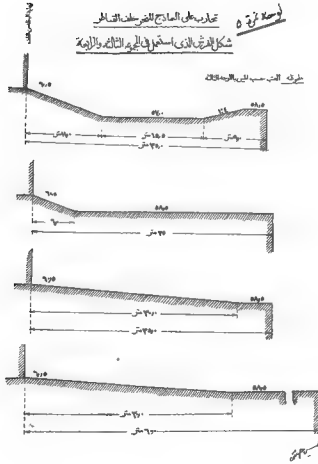


ملحوظة
بعد استمرار المياه لمدة ثلاثة ساعات اندأأت آثار الصرطط الفرش الحصى م اسفر التعريف
لدة خمسة ساعات نكأت النتيجة كما هو بين بماله .

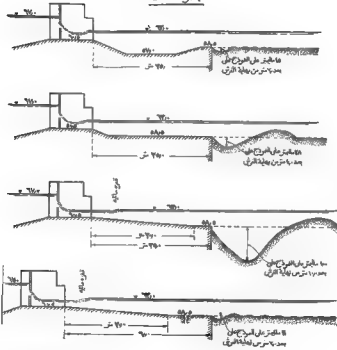
لوحة رقم ٥

تجارب على المادج للضخ تحت الماء
شكل الدرس الذي استعمل في الجزء الثالث والرابع

طريق التجهيز للزبدات

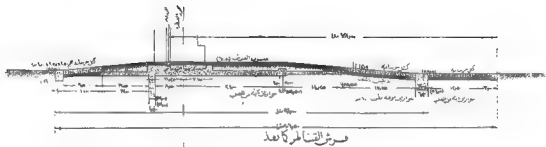


المجهر الثالث

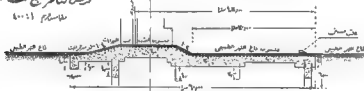


استمر العمل على هذه اللوحة لمدة ١٠ أيام

محمد حسن



فروش قناتل طرح مسجد
مطابق سال ۱۳۰۰



فروش قناتل طرح طبقه انبار

لوحة نمرة ۸

MODEL EXPERIMENTS ON SCOUR D.S. BARRAGE SIMILAR TO MAG HARRAD ON THE NILE

Send 1547

*Comparison between a long flat type window
in Bay Hamad & the proposed type.*

والفرق المبرح بين هاتين النقطتين هو أن الأولى تنطوي على حقيقة (أ) أن كل شيء له سبب، والثانية تنطوي على حقيقة (ب) أن كل شيء له سبب خارجي.

